

모바일 탐구학습 지원도구의 개발과 적용

유상미[†] · 신승용^{††} · 김미량^{†††}

요 약

유비쿼터스(Ubiquitous)기술 기반의 U-learning 학습과 관련한 몇몇 연구에서 지적하는 것처럼 학습자의 상황성과 맥락성은 반드시 반영될 필요가 있다. 이를 위해 본 연구에서는 탐구학습 방법과 모바일 탐구학습 지원도구를 제안했다. 탐구학습은 학습자가 스스로 실제 현장에서 경험한 내용을 기초로 운영되므로 학습자를 자연스럽게 학습 상황과 맥락속에 위치하게 해 줄 수 있다. 본 연구에서는 교육과정의 일부를 탐구학습의 형태에 맞게 변형하여 적용했으며, 또한 연구에서 개발한 모바일 탐구학습 지원도구는 학습자가 탐구학습의 과정을 자연스럽게 봐야 할 수 있도록 하는 가능과, 모바일 기술을 바탕으로 습득한 자료를 원격지 학습서버에 저장하여 재사용할 수 있도록 하여 학생들이 수행하는 탐구학습을 지원하였다. 이들은 학교현장에 적용되었고, 결과적으로 학생들의 학습 흥미와 학업성취도는 통계적으로 유의미한 범위에서 향상된 결과를 나타냈다.

주제어 : 유비쿼터스(Ubiquitous), U-learning, 탐구학습, UMPC

The Development and Its Application of the Mobile Learning Support Device for the Inquiry Learning

Sang-Mi You[†] · Seung-Young Shin^{††} · Mi-Ryang Kim^{†††}

ABSTRACT

Just as noted in some studies related to U-learning based on the ubiquitous technology, it is required to reflect both factors of the environments and contexts of learners on the teaching and learning strategy. For this, the current paper suggests an inquiry learning method and a mobile learning support device for the inquiry learning. Since the inquiry learning is operating on the basis of the contents that learners themselves experience in the fields, it naturally leads them to position in the learning environments and contexts. In this study some curricula are adopted and transformed for the inquiry learning, and the developed mobile device for the learning has a guide function, so that learners might follow the inquiry learning process. In addition, it is possible to reuse the acquired learning data by storing them on a remote learning server, which may support the inquiry learning of students. These system and device are applied in the teaching sites of schools and, consequently, it is found that in regard with the learning interest and academic performance of students there is an advanced result, being statistically significant.

Keywords : Ubiquitous, U-Learning, Inquiry Learning, UMPC

[†] 정회원: 한성대학교 멀티미디어공학과 초빙교수

^{††} 정회원: 성균관대학교 교과교육과 컴퓨터교육전공 박사과정 수료

^{†††} 종신회원: 성균관대학교 컴퓨터교육과 부교수(교신저자)

논문접수: 2009년 8월 26일, 심사완료: 2009년 9월 26일

* 본 논문은 방송통신위원회 및 정보통신연구진흥원의 방송통신정책연구센터운영지원사업의 연구결과로 수행되었음
(ITIA-2009-C1091-0901-0002)

1. 서 론

초고속 인터넷서비스, 와이브로, 모바일 인터넷 서비스 등 갈수록 첨단화 되어가고 있는 인터넷 기술은 교육현장의 오랜 희망사항 중 학습자의 요구, 수준, 환경에 부합하고, 개별화된 학습서비스를 제공해 줄 수 있는 가능성을 제시하고 있다.

일반적으로 U-learning으로 불리지는 이러한 교육형태는 2004년부터 정책적으로 학교현장에서 적용되어 왔다[1]. 처음 시작할 당시에는 초등학교 3개교, 중학교 2개교, 고등학교 2개교 등 총 7개교를 지정해서 운영했고, 2005년도에는 초등학교 5개교, 중학교 6개교, 고등학교 7개교 총 18개교를 지정하여 운영하면서 점차 확대, 운영되고 있는 추세이다.

2004년부터 운영되어온 이들 U-learning 시범 학교들은 모바일 장치의 활용성, 사이버가정학습의 효과성 등을 알아보기 위한 연구를 중점적으로 실시해오면서, “학생들이 시간, 공간적인 제약 없이 일정수준의 학습을 할 수 있는가?” 하는 점에 주안점을 두고 운영되어 왔다[2].

아래 <표 1>은 유비쿼터스(Ubiquitous) 기술의 발전단계에 따른 특징을 표로 정리한 내용이다[3]. 이 표를 기준으로 생각한다면, 학생들이 시간, 공간적인 제약 없이 일정한 수준의 학습이 이루어지기를 기대하는 현재 U-learning 시범학교 사업은 기술적으로는 아직 1단계에 머물고 있다고 보여 진다[2].

<표 1> 유비쿼터스 기술의 발전단계

단계	서비스 명	특 경
1	커뮤니케이션 서비스	시, 공간의 제약 없이 사용자가 원하는 통신이 가능
2	정보제공 서비스	사용자 요구에 따른 실시간 정보제공
3	상황인지 서비스	상황을 사전에 정의하여 적합한 정보를 제공
4	행위 제안 서비스	사용자의 요구를 추정하여 필요한 정보 제공
5	지능형 행동 서비스	사용자의 요구와 주변상황을 종합하여 필요한 정보 제공

그렇지만 현재 이루어지는 연구들은 여러 가지 다양한 시도를 통해서 학습자의 요구와 상황을 실시간으로 파악하여 학습 서비스를 제공하려는 노력을 하고 있다.

그 중 유비쿼터스 학습환경에서는 상황과 맥락에 따라 실천하고 성찰함으로써 얻어지는 의미 생성 학습이 중요하다고 강조한 연구[4] 및 유비쿼터스 컴퓨팅 기술의 혜택으로 가상과 현실이 융합된 상황성과 맥락성이 높은 교육환경이 제공될 수 있다고 주장한 연구[5]들이 대표적이라고 할 수 있다.

또한, 이들은 유비쿼터스기술을 기반으로 하는 U-learning이 기존의 유선네트워크를 기반으로 하는 E-learning과는 달리 학습자의 상황성을 효과적으로 반영할 수 있어야 한다고 주장함으로써 현재보다 진일보된 U-learning 학습 시스템을 제안했다.

이러한 상황에서 최근 모바일 환경에서 학생들의 학습능력 향상을 위해 에듀테인먼트 전략을 적용한 모바일 게임 활용 연구[6], 웹과 SMS서비스를 연동한 현장체험학습 지원시스템 개발연구 [7], RFID 칩을 활용한 학습정보 전달 방식으로 학생들의 학습을 진행시키고자 하는 백장현[8] 및 안성훈[9]의 연구들은 유비쿼터스기술의 발전단계로 보면 2-3단계에서 필요한 특징들을 보여주고 있다는 점에서 학습자의 상황성에 있어서 맥락성을 반영한 시스템을 구안하려는 본 연구의 중요한 모티브가 되었다.

이상의 내용을 정리하면, 현 U-learning 시범학교 사업은 시·공간의 제약조건을 극복하고 일관성있고 효과적인 학습자서비스를 제공하고 있는 형태에 머물고 있다. 하지만 학자들이 바라보는 U-learning의 핵심은 학습자의 요구와 상황을 실시간으로 반영해서 학습자가 필요한 학습정보를 제공할 수 있는 시스템이 필요하다는 것이다.

그렇다면, 남는 문제는 학습자에게 필요한 학습 정보를 어떻게 제공할 수 있는가 하는 점인데, 이에 대해 선행연구들은 SMS 혹은 RFID기술을 활용하여 해답을 찾으려 하고 있지만, 이들 모두 서버나 RFID 칩에 저장된 정해진 정보만 학습자가 다운로드 받아서 학습하는데 그치고 있었다.

학습자가 필요로 하는 정보를 제공받는데 있어

서 학습에 필요한 정보라면 충분히 제공받을 수 있어야 하는 것이 당연한 일이지만 기존의 연구들처럼 학습자의 학습상황에 따른 필요한 데이터를 미리 준비해 놓고 제공한 것만으로는 학생들의 다양한 학습 경로상에서 발생하는 요구를 만족시켜 주지 못할 것이다.

본 연구는 이 부분에 관심을 갖고 해결해 보고자 한다. 방법적으로는 적합한 학습 모형을 찾아보고 이를 기반으로 무선 웹기술을 적용한 U-learning 학습 시스템을 개발해 보고자 한다.

또한 이 시스템이 학생들의 다양한 학습장면에서 필요한 정보를 제공할 수 있다면, 관련한 학습 성과의 향상이 예측되므로, 이에 대한 부분도 살펴보고자 한다.

2. 관련연구

2.1 상황성과 맥락성

유비쿼터스기술을 기반으로 하는 U-learning 학습을 논의하기 위해 반드시 고려해야 하는 것이 “상황성”과 맥락성이라고 생각된다.

현재 “상황성”과 관련하여 주로 논의되고 있는 것은 상황학습 이론이다. 이는 구성주의 철학에 기반을 두는 이론인데, 이들에게 있어서 학습이란 “학습자의 경험에 기초하여 머릿속에서 구성되는 것”이며, 따라서 학생들의 학습장면에서 가장 중요시 되는 것은 현실과 유사한 상황에서 이루어지는 실제적인 경험임은 주지의 사실이다.

그렇다면 U-learning 학습 장면에서의 “상황성”은 어떤 원칙으로 조직되어야 하겠는가?

Herrington & Oliver[10] [11] [12]는 상황학습 이론이 e-러닝 환경에서의 학습에 실제 반영될 수 있는 원칙으로 다음 다섯 가지를 제안한 바 있다.

첫째, 실제적 맥락제공(Authentic contexts)으로 이는 문제가 발생하고 해결되는 실제 상황 속에서 학습자가 지식을 습득하도록 지원해야 한다는 것이다. 둘째, 실제적 활동기반(Authentic activity)으로 유의미한 학습경험은 일반적인 전달방식이 아니라 학습자의 참여와 활동이 중심이

될 때 이루어진다는 의미이다. 따라서 학습자가 해결해야 할 문제를 찾아내고 동시에 문제를 해결해 나가도록 유도하는 것이 중요하다.

셋째, 전문가 수행 참조(Expert performance)로 소 동료, 교수자, 혹은 주변 사람들의 사고, 활동, 문제 해결과정을 관찰하고 모방하는 것은 암묵적 지식을 습득하는데 필수적인 원리이다. 넷째, 다양한 관점 및 정보(Multiple perspectives)의 창출로서 학습자는 각양각색의 생각, 의견 및 학습정보를 주고받으면서 자신의 사고를 정교화 해 나간다는 의미이다. 다섯째, 협력적 지식구성(Collaboration)으로 유의미한 학습은 대화, 설득, 타협 등의 과정을 거쳐서 형성된다는 원리를 의미한다. 이와 같은 주장은 실제적인 활동을 기반으로 제공되는 맥락과 전문가의 조력, 협력 학습 등에 관한 지적은 충분히 고려할 만한 내용이다.

한편 김재윤[13]도 이와 유사하기는 하지만 U-learning 학습환경의 특징을 물리적인 한계로서의 교실을 벗어나 세상의 모든 곳으로의 교육 환경 확대, 학습자의 관심·선행·학습양식·학습 맥락에 따라 개별화, 맞춤화 학습이 가능한 지능형 학습환경 제공, 편리한 정보 교환으로 협력과 상호작용 증대, 현실감 증대와 학습자 참여 및 상호작용이 활성화된 환경 등을 제시한 바 있다.

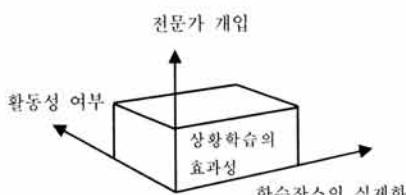
이상의 내용을 간략히 정리한다면, 유비쿼터스 학습환경이 갖는 특징은 교육현장의 확대, 학습자 중심의 개별화, 맞춤화된 학습 및 상호작용성 향상 정도로 요약할 수 있는데, 이러한 내용은 Herrington & Oliver[10] [11] [12]가 주장하는 학습 상황성과도 일치하는 부분이 있음을 알 수 있다.

이와 같은 선행연구를 바탕으로 U-learning 학습 시스템에서 상황학습을 지원하기 위한 요소는 <표 2>와 같이 정리·요약해 볼 수 있다. 여기서 외적요인이라 상황학습을 구성하기 위한 외적 지원인데, 여기에는 학습장소, 학생들이 실제 활동하는 지의 여부, 전문가 개입여부를 말하며, 내적요인은 상황학습에 참여한 학습자를 사이의 정보교환, 협력 등의 요소를 포함하고 있다.

<표 2> 유형별 상황학습의 요인

유형 요인		Herrington & Oliver	김재윤
외적 요인	학습장소	실제 상황	교실 밖 실제 세상
	활동성 여부	실제적 활동	학생에 맞춤화 된 개별적 활동
내적 요인	전문가의 개입	필수적	학습내용의 개별화, 맞춤화를 위해 필수
	정보의 성격	다양한 관점의 정보교환	편리한 정보교환
	협력	지식 구성에서 필수	협력과 상호작용 중요

다음 <그림 1>은 외적요인간의 조합이 상황학습에 미치는 영향의 정도를 도식화해서 나타낸 것이다.



<그림 1> 상황학습의 효과성

<그림 1>에서 제시한 상황학습의 외적요인 3 가지는 서로간의 상호작용의 정도에 따라 상황학습에 영향을 줄 수 있음을 알 수 있으며, 추후 본 연구에서는 상황학습이 갖고 있는 이러한 요소들을 통해서 U-learning 학습환경을 효과적으로 통제할 수 있게 된다.

한편 맥락이란 사물 따위가 서로 이어져 있는 관계나 연관되어 있음[14]을 뜻한다. 상황학습에서는 “맥락” 속 지식을 무척 중요시 한다. 맥락은 학습자의 지식을 의미있게 연결시켜 주는 역할을 있다고 보기 때문에, 이러한 관점에서 상황학습을 주장하는 학자들은 잘 구조화된 문제상황을 학생들에게 제시할 필요가 있다고 주장하고 있다 [15][16].

특히 Cunningham[15]은 학습내용과 문제 상황이 서로 독립적인 관계 속에서 일반적인 사실을 암기, 이해하도록 하는 것은 아무런 의미가 없으며, 따라서 학습내용과 문제 상황이 서로 관련된

현실 세계처럼 복잡한 문제 상황속에서 지식이 사용될 수 있도록 해야 한다고 주장했으며, Spiro[16]는 학생들에게 학습되어야 하는 개념이 실제로 경험될 수 있도록, 맥락이 복합적이고 조직적으로 제시되어야 한다고 주장했다. 결과적으로 이러한 조건에서 학생들은 보고, 생각하고, 평가한 정보를 이용함으로써, 그들이 해결하고자 하는 문제들에 대해 맥락적인 정보들을 이용하는 법을 배우게 된다는 것이다[17].

맥락에 대한 이상과 같은 학자들의 주장에 대해 본 연구에서는 학생들에게 맥락적 지식을 습득할 수 있는 학습방법을 “탐구학습”에서 찾고자 한다. 이는, 추후 2, 3절에서도 논의되겠지만 Suchman[18]이 주장한대로, 탐구학습은 논리적 개념과 인과관계 개발 및 변인들 간의 관계를 발견하여 개념을 형성시켜 줄 수 있는 효과적 방법으로 평가할 수 있다.

2.2 U-learning 관련 연구 사례 및 분석

일반적으로 RFID기술은 전파를 이용해 먼 거리에서 정보를 인식하는 기술을 의미하며 우리 생활에는 교통카드가 대표적인 기술적용 사례일 것이다. 교육현장에서는 이러한 RFID기술을 활용해서 학습의 개별화, 현장성 및 상호작용성을 강화하여 교수-학습에 적용하려는 연구들이 있었다.

백장현[8]은 학습 전 미리 수업에 필요한 학습 자료에 학습에 필요한 내용이 저장된 RFID태그를 부착해 놓고 이 정보를 수업도중 학생들의 학습 단말기로 전송받는 형태의 수업을 진행했다.

안성훈[9] 등은 학습의 장을 박물관으로 옮겨서, 학습의 현장성을 강화한 좋은 적용사례이다. 이 연구에서는 학생들이 박물관에 방문해서 PDA를 통해 자신에게 맞는 학습 코스를 구성해서 서버로부터 학습내용을 받은 후 학습을 하는 것을 주요 내용으로 한다.

이상의 RFID기술을 활용한 연구들은 학습자 개인의 개별화, 상황성을 중시한 학습 시스템을 구현하여 적용했다는 점에서 공통점을 갖고 있으며, 연구결과 측면에서 효과성을 보여주고 있다.

그러나 RFID기술을 활용한 이러한 연구들은 주파수 인식거리 한계[9] 및 RFID태그 및 리더기

설치 비용문제를 갖고 있는 것이 현실이며, RFID 태그를 설치하는 장소 및 수량도 제한적이기 때문에 학습장면 역시 제한적일 수밖에 없다.

그 외에도 김창규[6]등의 “모바일 환경에서 학생들의 학습력 향상을 위해 에듀테인먼트 전략을 활용한 모바일게임을 활용한 연구”는 학습관련 퀴즈를 서버로부터 다운 받아 학습활동을 하는 형태이다.

이 연구에서 학생들은 학습현장에서 자신들의 휴대폰이나 PDA를 통해서 웹에 로그인하게 되고, 미리 준비되어 있는 퀴즈를 다운받아 수업을 받는 형태이며, 민윤경[4]등이 웹과 MMS서비스를 연동한 현장체험학습 지원시스템 개발연구는 체험학습 현장에서 수집한 멀티미디어 자료를 웹서버에 저장할 수 있게 한 뒤 이를 웹에서 공유할 수 있는 형태로 교수-학습과정에 적용했다.

이상과 같은 연구들을 활용 형태에 따라서 RFID 칩 활용, 멀티미디어 에듀테인먼트, MMS 활용 웹공유 형태로 유형화 하고, 김재윤[12]이 제시한 관점들을 바탕으로 본 연구에서 주안점을 둔 현장성과 학생들의 상황성을 고려하여 “교육현장의 확대”, “학습자 중심의 개별, 맞춤화”, “학생들의 상호작용성”의 관점에서 다음 <표 3>과 같이 분석해 보았다.

<표 3> 관련연구 분석

학습유형 \\ 관점	교육현장 의 확대	학습자 중심의 개별화, 맞춤화	학생들의 상호작용성
RFID 활용	○	△	△
에듀테인먼트	○	△	△
MMS활용 웹 공유	○	○	○

※ ○ 우수, △ 보통

살펴본 연구들 모두는 교실 밖 교육현장으로 학습장면을 확대한 측면이 보였다. 반면 교실 밖으로 나선 학생들의 다양한 요구와 갑자기 발생할 수 있는 학습장면의 다양성을 수용하기에는 “MMS 활용 웹 공유” 유형의 학습형태가 적합하다고 판단된다. 이는 학생들이 직면한 학습상황에서 미리 준비되어 있어서 이미 프로그램화된 학습을 순차적으로밟아나가는 유형의 학습 형태

보다는 학습의 장면에서 보다 유연하게 다양한 학습자료를 수집할 수 있는 등, 학습에서의 유연성이 훨씬 좋기 때문이다. 다만 학생들의 다양한 자료습득 과정에서 가져올 수 있는 학습의 방향성을 잃게 되는 단점도 찾아볼 수 있었다.

이상의 연구결과들을 종합해 볼 때 U-learning 학습환경에서 필요한 것은 현장성과 학생들의 상황성을 고려한 “교육현장의 확대”, “학습자 중심의 개별, 맞춤화”, “학생들의 상호작용성”이 강조되어야 함은 물론이며, 학생들의 다양한 자료습득 과정에서 가져올 수 있는 학습의 방향성을 잃지 않도록 해 줄 수 있는 기능이 필요하다고 분석되었다.

2.3 현장체험학습과 탐구학습

현장체험학습이란 ‘체험함으로써 배우는 활동’ 이므로 학생들에게 보다 흥미있고 유의미한 학습의 기회를 제공하며, 학교 밖의 현실보다는 전이력이 높은 학습을 가능하게 한다.[8]

특히 학교 현장에서 교육목적으로 이루어지는 현장체험학습은 교실수업에서 얻을 수 있는 이외의 것, 체험하고 경험하는 학습활동을 중심 가치로 하는 학습활동 형태이다.

한편, Suchman[18]에 따르면 탐구학습은 “아동들이 자료를 탐색하고 자료를 처리하는 인지적 기능을 개발하고, 자율적이고 생산적으로 탐구할 수 있는 논리적 개념과 인과관계를 개발하는 것”이며 이를 통해서 “구체적인 사례들을 분석하고 변인들 간의 관계를 발견하여 개념을 형성할 수 있는 새로운 접근 방법을 알게 하는 것”이며 또한 “자료를 자율적으로 탐색하고 자료를 처리하는데 있어서 발견의 기쁨을 경험하게 하는 것(p28).”이라고 주장했다.

예성옥[19]도 “바람직한 탐구학습의 조건으로 학습자들이 많이 활동하고 반응하는 학습, 교사에 의한 풍부한 자료제공을 통한 학생들의 선택의 여지가 많은 학습, 학습자들이 적극적으로 참여하고 선택할 기회를 많이 주며 스스로 학습의 주인이 되는 학습형태가 필요하다.”고 주장했다.

지금까지의 내용을 토대로 본 연구에서는 현장체험학습의 틀 속에 탐구학습의 내용을 담아서

그 효과를 극대화 하고자 한다. 현장체험학습은 교실 밖 경험을 통해서 학습에 필요한 내용을 현실적이며, 경험적인 형태의 자료로 제공받을 수 있으며, 탐구학습은 학생들이 학습의 주체가 되어, 지식을 능동적으로 형성할 수 있기 때문이다.

본 연구를 통해 진행되는 탐구학습은 주로 Massialas의 탐구학습 모형을 근거로 한다. Massialas는 교실에서 벌어지는 구체적인 교수 과정을 연속적인 행동 형태로 보고, 안내, 가설, 정의, 탐색, 증거 제시, 일반화의 단계를 밟는다고 주장하였다[20]. 이러한 Massialas의 탐구학습 모형은 본 연구의 특성상 다음 <그림 2>와 같이 변형하여 사용하기로 한다.



<그림 2> Massialas의 탐구학습 모형

<그림 2>와 같은 탐구학습 모형은 본 연구를 통해서 개발되는 시스템에 적용되어 학생들이 탐구학습의 과정을 자연스럽게 따라가도록 도와주고 학생들 스스로 주제를 설정하고 필요한 자료를 수집한 뒤에 자료를 분석 정리하여 발표하는 과정을 거칠 수 있도록 구성해 줄 필요가 있었다. 따라서 학습용 시스템은 위 탐구학습의 단계에 따라 학생들이 손쉽게 사용할 수 있도록 메뉴형태로 제시하도록 설계하였다.

3. 교육과정 분석과 적용 전략

3.1 교육과정 분석

본 연구에서 적용하게 되는 교육과정은 유비쿼터스 기술을 기반으로 하는 U-learning 학습을 염두에 두고 있으므로, 학생들에게 있어서 상황학습이 극대화 될 수 있는 학습 소재를 선정하여 학

습활동의 상황성(현장성), 맥락성, 경험성을 잘 살려서 제공할 수 있는가에 중점을 두고 운영하는 것이 매우 중요하다.

<표 4>는 초등학교 6학년 사회과의 1학기 교육과정 전체를 요약한 진도표이다. 교육과정에서 선정된 주제들은 박물관이나 역사적 유적지들을 직접 방문해서 학생들이 직접 보고 듣고 느낀 점 등을 기록하여 문제를 해결할 수 있는 소재들이 다수이며, 특히 스스로 학습주제에 대해 의문을 품고 이를 해결할 수 있는 학습 주제를 선정해서 진행하므로, 학생들은 자연스럽게 학습의 맥락 속에 위치하게 된다.

이상과 같은 관점을 갖고 본 연구를 위해 선별한 교육과정 내용은 <표 4>에서 음영처리 된 부분이다. 이를 기초로 학생들이 선정한 개략적인 학습 주제와 연관 지어서 다시 정리하면 <표 5>와 같다.

<표 4> 초등학교 6학년 사회과의 1학기 교육과정 진도표

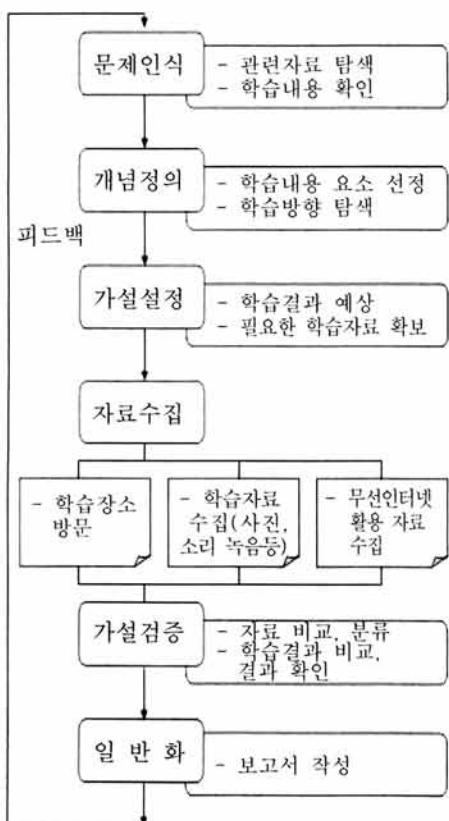
주	사회과 교육과정 진도표	탐구수업 교육 내용 선정표	학습 장소
1	.	.	.
2	1. 하나로 뭉친 거래(3) 1. 하나로 뭉친 거래(2)	- 고조선과 발전 국립중앙박물관	
3	1. 민족을 다시 통일한 고려(3) 1. 민족을 다시 통일한 고려(2)	- 삼국시대의 문화 국립중앙박물관	
4	2. 민족을 다시 통일한 고려(3) 2. 민족을 다시 통일한 고려(1)	- 고려와 북방 민족과의 관계 - 고려시대의 문화와 불교 국립중앙박물관	
5	2. 민족을 다시 통일한 고려(3) 2. 민족을 다시 통일한 고려(1)	- 조선후기의 서민들의 삶 국립중앙박물관	
6	3. 유교를 정치 근본으로 삼은 조선(2) 3. 유교를 정치 근본으로 삼은 조선(1)	- 조선후기의 서민들의 삶 국립중앙박물관	
7	3. 유교를 정치 근본으로 삼은 조선(3)	.	.
8	3. 유교를 정치 근본으로 삼은 조선(1)	.	.
9	3. 유교를 정치 근본으로 삼은 조선(2) ★심화보충학습(1)	.	.
10	1. 새로운 사회로의 움직임 (3)	.	.
11	1. 새로운 사회로의 움직임 (3) 1. 새로운 사회로의 움직임 (2) 2. 외세의 침략과 우리 민족의 대응(2)	.	.
12	2. 외세의 침략과 우리 민족의 대응(3) 2. 외세의 침략과 우리 민족의 대응(1) 2. 외세의 침략과 우리 민족의 대응(2) ★중간평가(1)	- 외세의 침략과 조선의 대응 국립중앙박물관 강화도	
13	2. 외세의 침략과 우리 민족의 대응(2)	.	.
14	2. 외세의 침략과 우리 민족의 대응(3)	.	.
15	2. 외세의 침략과 우리 민족의 대응(2) ★심화보충학습(1)	- 강화도 조약과 조선의 대응 강화도 박물관	
16	1. 나라를 되찾기 위한 노력(3)	.	.
17	1. 나라를 되찾기 위한 노력(3)	.	.
18	2. 대한민국의 수립과 발전(2) ◆종간평가(1)	.	.
19	2. 대한민국의 수립과 발전(2)	.	.
20	2. 대한민국의 수립과 발전(2)	.	.

<표 5> 탐구학습을 위한 교육내용 선정표

회	학습 주제	학생들이 선정한 학습 주제	학습장소
1	1. 하나로 뭉친 거래(3)	- 고조선에서는 철기를 널리 활용했는가?	국립중앙박물관
2	1. 하나로 뭉친 거래(2)	- 삼국시대 우리 민족의 주식은?	국립중앙박물관
3	2. 민족을 다시 통일한 고려(3)	- 불교는 고려가 삼국을 통일하는데 어떤 영향을 주었는가?	국립중앙박물관
4	3. 유교를 정치 근본으로 삼은 조선(2)	- 유교와 불교에 따른 국민들의 생활 비교	국립중앙박물관
5	2. 외세의 침략과 우리 민족의 대응(1)	- 외세의 침략과 강화도	국립중앙박물관 강화도
6	2. 외세의 침략과 우리 민족의 대응(2)	- 척화비가 의미하는 것은?	강화도박물관

3.2 교육과정의 학습 적용 전략

앞 절에서 선정한 교육과정은 탐구학습 수업모형이라는 커다란 틀 속에서 학생들에게 제공된다.



<그림 3> 탐구학습의 단계별 운영 전략

이는 앞에서 논의한 바와 같이 탐구학습이 학생들의 학습 주도권 및 학습과정에서 교사가 적절한 학습조언을 해 줄 수 있다는 점에서 본 연구가 추구하고자 하는 U-learning 학습을 위한 학습경험 제공을 위한 좋은 틀을 제공해 줄 수 있기 때문이다.

탐구학습 단계별로 핵심 학습활동은 <그림 3>과 같다. 이를 활동모듈은 본 연구에서 개발하고자 하는 “모바일 탐구학습 지원도구”가 갖는 주된 메뉴구조로 사용된다.

4. 모바일 탐구학습 지원도구

4.1 모바일 탐구학습 지원도구 개발 전략

지금까지 분석한 교육과정과 살펴본 학습모형은 모바일 학습환경에서 학생들의 학습 활동을 최적화시켜 주려는 의도에서 진행되었다. 이 과정을 통해서 학습 컨텐츠와 전략을 수립했다면, 이것을 방법적으로 학생들에게 제공할 수 있는 것은 “모바일 탐구학습 지원도구”라고 생각된다.

“모바일 탐구학습 지원도구”는 학생들에게 학습 활동을 상황성(현장성), 맥락성, 경험성을 잘 살려서 제공할 수 있도록 고안되고 개발될 필요가 있다. 아래 <표 6>은 “모바일 탐구학습 지원도구”가 갖추어야 할 조건들을 정리한 내용이다.

<표 6> 상황성, 맥락성, 경험성

	특징	갖추어야 할 요소
상황성	현실 세계와 유사	-현장에 방문하여 학습
맥락성	지식이 사용되는 전후 관계 이해	-학습내용의 전체적인 흐름을 파악 -탐구학습을 통한 심화된 학습
경험성	학습자 주도적	-학습을 스스로 계획하고 운용 -교사는 학습조언자

“모바일 탐구학습 지원도구”는 위 표에서 정리한 대로 학습자들이 현장에서 학습을 하더라도 학습에 필요한 학습자원들을 제공받을 수 있어야

하며, 학습활동의 전체적인 흐름을 파악할 수 있도록 개발되어야 하고, 학습자 스스로 학습계획을 세워 학습을 운용할 수 있도록 개발되어야 할 것이다.

4.2 학습자 인터페이스

“모바일 탐구학습 지원도구”는 UMPC(Ultra Mobil Personal Computer)에서 지원될 수 있도록 개발되었다. UMPC란 약 0.9Kg의 가벼운 무게에 7인치 액정화면을 갖는 모바일 컴퓨터를 말한다.

때문에 휴대성이 최대 강점이며, 무엇보다 일반 퍼스널 컴퓨터와 다르지 않는 기능을 갖고 있어서 무선인터넷을 이용한 자료검색과 저장기능이 학생들의 현장체험 위주의 탐구학습 환경에서 적절한 학습도구로의 역할을 할 수 있었다.

개발된 서버 모듈은 Unix 환경이며, 데이터베이스는 MySQL을 사용하였고 PHP를 사용하였다. 이 시스템은 유, 무선 인트라넷을 통해 웹서버에 액세스하며, 액세스하기 위해 사용자 가입을 한 후, 유효한 아이디와 패스워드를 입력해야 한다.

아래 <그림 4> 는 UMPC에서 “모바일 탐구학습 지원도구”프로그램을 처음 실행한 화면이다.



<그림 4> “모바일 탐구학습 지원도구” 프로그램 실행 화면

위 <그림 4>에서 좌측 메뉴구조에서 보이는 것처럼 탐구학습의 각 단계를 그대로 옮겨 놓았기 때문에, 학생들은 학습의 방향성을 잊지 않고, 학습내용의 전체적인 흐름을 파악해 가면서, 주도적으로 탐구학습의 단계를 자연스럽게 진행해 가면서 학습 할 수 있다.

<표 7> “모바일 탐구학습 지원도구”的 단계별 화면과 내용

단계	화면 구성	학습내용
문제 인식		- 학습내용을 파악하고 학습주제를 선정하는 단계 - 화면 아래쪽 텍스트 입력창을 통해서 학습주제를 선정(변경)할 수 있다.
개념 정의		- 선정된 학습주제에 나타난 여러 가지 개념들을 명확히 하는 단계 - 개념간의 자체의 의미와 관계성을 파악할 수 있다.
가설 설정		- 알아낸 개념들을 통해서 일반적 수준에서 의문을 던져보는 단계 - 여기서 제시된 가설은 학습의 전체 과정을 통해서 스스로 확인해 보게 된다.
가설 검증		- 현장학습을 통해서 수집된 자료, 자체적으로 조사해서 얻어진 자료들을 분석하여 스스로 세운 가설이 맞는지 확인하는 단계
일반화		- 가설 검증을 통해서 얻어진 지식을 다시 한 번 확인하고 학습내용을 내면화 한다.
보고서 작성		- 탐구학습의 전체 과정을 통해 작성된 학습내용을 보고서 형식으로 출력할 수 있게 한 기능. 학생들은 이 보고서를 출력하여 교사에게 제출함으로써 학습을 마무리 한다.

위 <표 7> 은 본 연구를 통해 개발된 “모바일

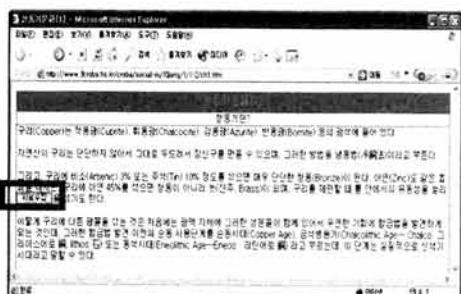
"탐구학습 지원도구"의 단계별 화면 구성과 실제로 활용한 화면을 제시하고 관련된 학습 내용을 기술한 것이다. 한편, <표 7>에 나타나있지 않은 기능이 [자료수집]기능이다. 이 기능은 탐구학습의 성격상 학생들이 효과적으로 학습활동에 필요한 학습 자료를 수집할 수 있게 해줄 수 있기 때문에 매우 중요한 성격을 갖는다. 본 연구에서는 [자료수집]이라는 기능을 통해 이와 같은 학습자의 요구를 수용하고자 했다. 여기에 대한 부연 설명은 다음 4.3절에서 논의하기로 한다.

4.3 자료수집 기능

[자료수집]기능은 탐구학습 수행 중 주제와 관련된 자료를 수집을 할 수 있게 해 주는 기능이며, 이는 자료수집이 이루어져야 하는 탐구학습의 성격상 매우 중요하다.

학생들은 현장학습 장소에서 원하는 정보를 웹을 통해 검색하고 검색결과, 필요하다고 판단되는 자료(텍스트, 사진, 동영상, 소리)들을 [자료수집] 기능을 사용하여 원격지 서버로 전송, 저장한 뒤에 현장학습 후 학교나 집으로 돌아와 원격지 서버로부터 저장해 둔 자료를 다시 다운 받아서 학습을 정리하는데 많은 도움을 받을 수 있다.

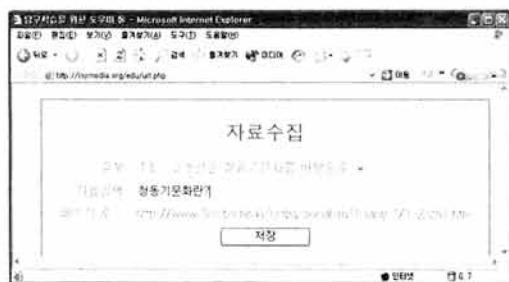
본 연구에서는 유틸리티의 일종인 IEToy라는 프로그램을 설치하고, 인스톨을 하면, 웹 탐색이 가능한 웹 브라우저에 아래 <그림 5>에서처럼 [자료수집] 버튼이 생성된다.



<그림 5> [자료수집] 버튼이 나타난 모습

학습자는 탐구학습 주제와 관련된 정보를 웹에서 탐색 한 뒤에, 이 버튼을 클릭하면, 아래 <그

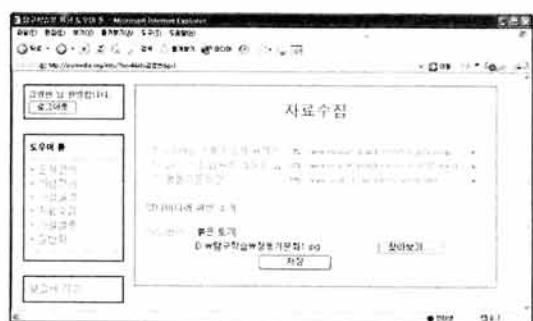
림 6>에서처럼 해당 웹 페이지의 경로가 나타난다.



<그림 6> 필요한 자료를 저장하는 방법

이후 학습자는 드롭다운 메뉴에서 관련 주제를 선택한 다음, [자료설명] 입력창에 학습자가 적절한 색인을 입력하고 저장버튼을 클릭하면, 원격지 학습 서버에 색인과 경로가 삽입되어 저장된다.

이상과 같은 과정을 통해서 원격지 서버에 저장된 자료들은 학교나 집에서 다시 확인해서 학습을 진행할 수 있다. <그림 7>은 현장학습을 통해 저장된 자료들을 학습을 계속하기 위해서 다시 로그인해서 자료를 불러온 화면이다.



<그림 7> 원격지 웹 서버에 저장된 자료를 불러온 모습

5. 적용결과 및 분석

5.1 학습 적용 대상

본 연구에서는 경기도 안양시에 위치한 S초등학교 6학년 학생 38명으로 구성된 실험집단을 선정하여 연구를 실시하였다.

5.2 학습 적용 방법

실험집단은 사회과 학습을 진행하면서, 본 연구에서 시행하기로 한 탐구학습의 과정을 단계별로 봤아니가게 된다.

위 3.2절에서 제시한 '탐구학습의 단계별 운영 전략'에 나타나 있듯이 먼저 학습자는 교실활동을 통해서 [문제인식]-[개념정의]-[가설설정]의 학습 과정을 거치게 된다. 이때 학습자는 학습과 관련한 자료를 탐색하고 어떤 내용을 학습하게 될 것인지 확인하게 된다[문제인식]. 이후 학습내용 선정과 방향을 결정[개념정의]하게 되고 학습을 통해 배우게 될 내용을 예상[가설설정]하게 된다.

[자료수집]단계에서는 위 3.1절에서 학습주제별로 <표 5>에 제시한 장소를 실제로 방문하게 된다. "모바일 탐구학습 지원도구"는 바로 이 [자료수집]단계를 통해 학습현장에서 학생들의 학습을 실재적으로 지원할 수 있는 "학습도구"적인 기능을 발휘하게 된다.

UMPC에 탑재된 "모바일 탐구학습 지원도구"는 학생들로 하여금 인터넷에 접속하거나, UMPG에 탑재된 녹음기나 디지털 카메라 기능을 활용한 인터뷰 및 사진 촬영을 통해서 필요한 학습자료를 현장에서 바로 수집할 수 있게 도와주며, 본 연구에서 제안한 탐구학습의 과정을 순차적으로 봤아니갈 수 있도록 도와 줄 수 있다.

이러한 과정을 통해서 경험적으로 얻어진 현장 자료들을 학생들이 직접 비교, 분류, 종합하는 과정을 통해 사전에 예상했던 학습결과와 비교해보는 [가설검증]단계를 거쳐 [일반화]를 통해서 학습을 마무리하게 된다.

이상과 같은 학습과정은 본 연구에서 계획한대로 전체 6회에 걸쳐 수업을 진행했고, 비교집단은 일반적인 교육과정에 의한 교실 내 수업을 바탕으로 진행했다.

5.3 학습적용 결과 및 분석

이상과 같은 과정을 거쳐서 개발된 학습내용과 "모바일 탐구학습 지원도구"를 초등학교 6학년 사회과 수업에 적용하였다. 본 연구에서 사용한 학

습홍미도 검사지는 조봉환[21]이 개발한 초등학생 학습홍미 표준화 검사지를 활용했다. 평가는 5점 척도의 리커드 스케일을 사용했으며, 각 항목별로 "매우 그렇다"가 1점, "전혀 그렇지 않다"를 5점으로 평가하여 12개 항목 전체의 평가값을 합산하는 방식을 채택하였다. 이 검사지 항목의 평균은 6.0이며 표준편차는 3.43이다. 신뢰도는 Cronbach 알파값이 0.83이며 반분신뢰도는 0.78로 도출되어 별다른 문제점은 없는 것으로 판단하였다. 검사지 항목은 <표 8>과 같다.

<표 8> 사회과 학습홍미도 설문 문항

설문내용
1. 시장이나 백화점을 구경 등의 야외활동이 좋다.
2. 학급 신문을 펴내는 활동 등의 소식지를 만드는 일이 좋다.
3. 싸고 좋은 물건을 파는 곳을 직접 찾아가서 사는 것을 좋아한다.
4. 우리나라의 역사에 관심이 많은 편이다.
5. 옛날 국가들이 생겨나고 발전해온 이야기를 듣는 것이 흥미롭다.
6. 내가 사는 지역의 산업에는 어떤 것이 있나 알아본다.
7. 우리나라의 자연환경에 대해 알아보는 것이 재미있다.
8. 농촌, 어촌, 산촌의 생활모습을 알아보는 활동이 재미있다.
9. 우리나라의 정치에 대해서 관심이 많다.
10. 여러 기관에서 하는 일에 대해 공부하는 것이 재미있다.
11. 인터넷을 활용해서 사회 과제학습을 하는 것이 재미있다.
12. 지도를 보고 실제로 찾아가 보는 활동이 흥미롭다.

위 설문지를 실험집단에게 사전, 사후에 적용한 뒤 대응표본 T 검정을 실시하였다.

<표 9> 실험집단의 대응표본(홍미도) 상관계수

	N	상관계수	유의확률
A번사전 홍미도& A번사후 홍미도	37	0.987	0.000

실험집단의 대응표본 상관계수는 0.987로 상당히 강한 상관을 보이고 있다<표 9>. 대응표본 검증결과 이 평균차이의 95% 신뢰구간은 [-4.331 7~-2.8035]이며, 이것은 0을 포함하고 있지 않으므로 학습에 대한 학생들의 홍미는 향상되었다고 판단할 수 있으며, T검정 값이 유의확률(양쪽)=0.000<0.05이므로, 유의수준 0.05에서 학생들

의 흥미는 통계적으로 유의미하다고 할 수 있다
<표 10>.

<표 10> 실험집단의 학습 흥미도 평균차이
검정결과

(p<.05)

	대응 차					t	자유도 (양쪽)	유의 확률 (양쪽)			
	평균	표준편차	평균의 표준 오차	차이의 95% 신뢰구간							
				하한	상한						
A반사전흥미도	3.5676	2.29178	0.37677	-4.3317	-2.8035	-9.48	36	0.000			
A반사후흥미도											

한편 본 연구를 통해 실험집단의 학업성취도 변화도 알아보았는데, 대응표본 상관계수는 0.751로 강한 상관을 보이고 있다<표 11>.

<표 11> 실험집단의 대응표본(학업성취도)
상관계수

	N	상관계수	유의 확률
A반 중간고사& A반 기말고사	38	0.751	0.000

대응표본 검증결과 이 평균차이의 95% 신뢰구간은 [-10.2838~-2.0846]이며, 이것은 0을 포함하고 있지 않으므로 학습에 대한 학생들의 학업성취도는 중간고사 보다 향상되었다고 판단할 수 있으며, T검정값이 유의확률(양쪽)=0.004<0.05이므로, 유의수준 0.05에서 학생들이 보여준 학업성취도의 변화는 통계적으로 유의미하다고 할 수 있다<표 12>.

<표 12> 실험집단의 학업성취도 평균차이
검정결과

(p<.05)

	대응 차					t	자유도 (양쪽)	유의 확률 (양쪽)			
	평균	표준오차	평균의 표준 오차	차이의 95% 신뢰구간							
				하한	상한						
A반 중간고사	-6.1842	12.47236	2.02328	-10.2838	-2.0846	-3.057	37	0.004			
A반 기말고사											

이상의 결과를 통해서 나타난 실험집단의 변화 결과를 살펴보면 본 연구에서 개발, 적용한 탐구학습 프로그램의 학습 내용과 “모바일 탐구학습 지원도구”가 학생들의 학습 흥미와 학업성취도 향

상에 적지 않은 역할을 한 것으로 생각된다.

한편 비교집단의 학업성취도 변화를 측정한 결과는 아래 <표 13>과 같다.

<표 13> 비교집단의 학업성취도 평균차이
검정결과

(p<.05)

	대응 차					t	자유도 (양쪽)	유의 확률 (양쪽)			
	평균	표준오차	평균의 표준 오차	차이의 95% 신뢰구간							
				하한	상한						
B반 중간고사	5.3684	19.3271	3.1353	-9.842	11.7211	1.712	37	0.095			
B반 기말고사											

비교반의 학업성취도를 대응표본 검증결과 평균차이의 95% 신뢰구간은 [-0.9842~11.7211]이며, 이것은 0을 포함하므로, 비교반 학생들의 학업성취도는 중간고사보다 향상되었다고 판단할 수 없었고, T 검정값 역시 유의확률(양쪽)=0.095>0.05이므로 유의수준 0.05에서 학생들이 보여준 학업성취도의 변화는 통계적으로 의미가 없었음을 알 수 있었다.

6. 결 론

본 연구는 유비쿼터스 기술을 기반으로 하는 U-learning 학습의 학교 현장 적용에 있어서 좀 더 발전적인 가능성을 알아보려고 했다.

이를 위해서, 현재 일반적으로 이루어지고 있는 U-learning 학습은 유비쿼터스 기술의 발전단계 상 1단계에 머무르고 있다고 진술한 연구결과에 기초하여, 아직은 기술적으로 한계가 있는 부분을 다양한 학습방법으로 한계를 극복해서 2, 3 단계의 서비스의 가능성성을 찾아보려고 했다. 따라서 이에 대한 선행 연구들을 바탕으로 본 연구도 학습자의 학습맥락과 상황을 중시한 U-learning 학습의 가능성을 찾아보려고 했다.

본 연구에서 제시한 것처럼 학습자의 맥락과 학습상황을 고려한 학습은 현장에서 이루어지는 “탐구학습”을 통해서 방법적인 해결점을 찾으려 했고, 학습자로 하여금 탐구학습의 절차를 쉽게밟아가며, 학습에 필요한 자료를 무선 웹을 통해 제공받을 수 있도록 시스템을 구성하여 학생들에게 도움을 주고자 했다.

결과적으로 실제 적용사례에서는 실험반 학생들의 경우 사회과 학습에 대한 흥미향상과 아울러 학업성취도 향상으로 이어져 본 연구에서 제안한 “모바일 탐구학습 지원도구” 및 탐구학습 방법이 통계적인 범위 내에서 효과가 있었음을 알 수 있었다.

참 고 문 헌

- [1] 이남숙, 남상조, 조은순 (2007). 한국 초중등 학교 유비쿼터스 시범교육의 현황. *한국콘텐츠학회 2007 춘계 종합학술대회 논문집*. 5(1), 1-7.
- [2] 한선관, 이철현, 최선영, 이상하, 한희섭, 서정희, 김혜숙 (2007). U-러닝 효과성 분석 및 U-러닝 운영 모델 개발 연구. *한국교육학술정보원*. 연구보고 KR2007-8.
- [3] 한국교육학술정보원 (2006). u-러닝의 이해. KERIS 이슈 리포트.
- [4] 조일현 (2006). 유비쿼터스 기반의 차세대 학습모형 개발 연구. *한국교육학술정보원*. 연구보고 KR2006-4.
- [5] 손미 (2007). 유비쿼터스 학습 환경에서 체험 학습의 가능성과 실현 조건 탐색. *교과교육학연구*. 11(1), 143-172.
- [6] 김창규, 전우천 (2008). 에듀테인먼트전략을 활용한 모바일 학습환경에서의 동기 모형의 설계 및 구현. *정보교육학회논문지*. 12(1), 99-107.
- [7] 민윤경, 최병주 (2006). 웹과 모바일을 연동한 현장체험학습 지원시스템. *한국컴퓨터교육학회논문지*. 19(5), 53-64.
- [8] 백장현 (2007). u-러닝 환경에서 RFID의 교수-학습 적용에 관한 연구. *정보교육학회논문지*. 11(2), 185-194.
- [9] 안성훈, 손찬희 (2008). 구성주의 기반의 현장학습 지원 시스템의 설계 및 구현. *한국컴퓨터교육학회논문지*. 11(5), 33-45.
- [10] Herrington, J., & Oliver, R. (1995). Critical characteristics of situated learning : Implications for the instructional design of multimedia. In J. Pearce & A. Ellis(Eds.), *Learning with technology*(pp. 235-262). Victoria : University of Melbourne. Retrieved July 10, 2004, from the World Wide Web: <http://www.ascilite.org.au/conferences/nelbo/urne95/smtu/papers/herrington.pdf>.
- [11] Herrington, J., & Oliver, R. (1996). The effective use of interactive multimedia in education : Design and implementation issues. In C. McBeath & R. Atkinson(Eds.), *Proceedings of the third international interactive multimedia symposium*(pp.169~176). Perth : Promaco Conventions.
- [12] Herrington, J., & Oliver, R. (2000). An instructional design framework for authentic learning environments. *Educational Technology Research and Development*. 48(3), 23~48.
- [13] 김재윤 (2004). 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서의 교육의 미래 모습. *한국교육학술정보원*. 연구보고 KR2004-27.
- [14] <http://krdic.daum.net/dickr/contents.do?offset=A013317400&query1=A013317400#A013317400>
- [15] Cunningham, D. J. (1991). Assessing Constructions and Construction Assessments. *Educational Technology*. 31(5), 13-17.
- [16] Spiro, R. J., Coulson, R. L., Feltovich, P. J., Anderson, D. K., (1998). Cognitive Flexibility Theory : Advanced Knowledge Acquisition in Ill-Structured Domains. Tech. Rep. No. 441. Champaign : University of Illinois, Center for the study of Reading.
- [17] Harley, S. (1993). Situated Learning and Classroom Instruction. *Educational Technology*. 31(5), 7~12.
- [18] Suchman, I. R. *The elementary school training program in scientific inquiry*. University of Illinois, 1962.
- [19] 예성옥(2000). 창의력이 반짝여요!. 서울: 동

서문화사.

- [20] 정세구 외 (1985). 사회과 탐구수업. 서울: 화신 출판사.
- [21] 조봉환 (2003). 초등학생의 진로상담을 위한 학습흥미검사 개발. 초등교육연구. 16(1), 273-296.



유상미

1999 홍익대학교 교육대학원
전산교육(교육학석사)
2009 성균관대학교 교과교육학과
컴퓨터교육 (박사)

현재 한성대학교 멀티미디어공학과 초빙교수
관심분야: u-Learning, 정보통신윤리, 창의적
공학설계, 컴퓨터교육
E-Mail: ieducom@gmail.com



신승웅

1995 인천교육대학교 초등교육
전공(학사)
2004 한국교원대학교 일반대학원
컴퓨터교육학과(석사)
2009 성균관대학교 교과교육학과 컴퓨터교육
전공 (박사수료)

현재 신안초등학교 교사
관심분야: 로봇교육, 프로그래밍교육
E-Mail: ssyer@goe.go.kr



김미량

1987 서울대학교 인문대학
영어영문학과(문학사)
1989 미국 리하이대학교
대학원 교육공학과
(이학석사)
1998 서울대학교 대학원 교육학과
(교육학박사)

현재 성균관대학교 컴퓨터 교육과 부교수
관심분야: u-Learning, Computer-Based
Interactive Design, Diffusion of IT
or IT-Based Learning
E-Mail: mrkim@skku.ac.kr